

# **Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)**

International application number: PCT/JP05/005699

International filing date: 28 March 2005 (28.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-094488  
Filing date: 29 March 2004 (29.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 12 May 2005 (12.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2004年 3月29日

出願番号 Application Number: 特願2004-094488

パリ条約による外国への出願に用いる優先権の主張の基礎となる出願の国コードと出願番号

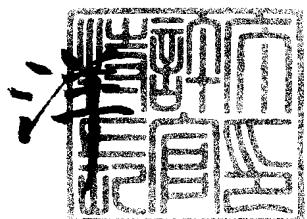
The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is

出願人 Applicant(s): 株式会社日立国際電気

2005年 4月20日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 20310295  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 21/22  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式会社日立国際電気  
内  
【氏名】 野田 孝暁  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式会社日立国際電気  
内  
【氏名】 寿崎 健一  
【特許出願人】  
【識別番号】 000001122  
【氏名又は名称】 株式会社日立国際電気  
【代理人】  
【識別番号】 110000039  
【氏名又は名称】 特許業務法人 アイ・ピー・エス  
【代表者】 早川 明  
【電話番号】 045-441-3850  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 132839  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0204827

**【書類名】特許請求の範囲**

**【請求項 1】**

反応炉内に基板を搬入するステップと、  
反応炉で基板に対して処理を行うステップと、  
反応炉より処理後の基板を搬出するステップと、  
基板搬出後、次に処理する基板を搬入する前に反応炉内に基板が無い状態で反応炉に対する真空引きと不活性ガスの供給を複数回繰り返すページステップと、  
を有し、ページステップは処理を行う度に毎回行うことを特徴とする半導体装置の製造方法。

**【請求項 2】**

基板をポートに装填するステップと、  
基板を装填したポートを反応炉内にロードするステップと、  
反応炉内で基板に対して処理を行うステップと、  
処理後の基板を支持したポートを反応炉よりアンロードするステップと、  
ポートアンロード後、処理後の製品基板をポートより取り出すステップと、  
基板取り出し後、製品基板をポートに装填することなくポートを反応炉内にロードし、  
その状態で反応炉に対する真空引きと不活性ガスの供給を少なくとも1回以上行うページ  
ステップと、  
を有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】半導体装置の製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体装置を製造する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

I C、L S I 等の半導体装置を製造する工程においては、減圧C V D法（化学気相堆積法）によって、基板上に薄膜を成膜することが行われている。そのような成膜方法の1つとして、減圧C V D法によって、ボロンをドープしたシリコン膜を成膜することが実施されている。従来、シリコン膜にボロンをドープするのにジボランが用いられていた。この場合に、反応炉内でポートに複数枚のウエハを垂直方向に積層支持した状態で、炉体下部よりガスを導入し、垂直方向に上昇させ、そのガスを用いて、熱C V D法により、前記ウエハ上に薄膜を形成する減圧C V D装置を用いると、C V D装置内のボトム領域（下部領域）からトップ領域（上部領域）までの全領域において、膜厚および抵抗率の面内均一性が10～20%と悪かった。

上記の膜厚面内均一性は、ジボランに代えて三塩化ホウ素を用いることによって大幅に改善され、全領域で膜厚面内均一性が1%以下であるようなボロンドープポリシリコン膜が得られることが判明している（特許文献1参照）。

【0003】

【特許文献1】特開2003-178992号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、シリコンに三塩化ホウ素を用いてボロンをドープした膜において、成膜ラン（成膜バッチ処理）と次の成膜ランとの間が空くと、B（ホウ素）濃度と成長速度が減少してしまうという問題があり、この場合、製品を入れないで一度成膜ランを実施してから連続で製品を入れて成膜ランを実施する必要があった。

【0005】

ところが、製品を入れないで一度成膜ランを実施すると、製品処理の効率が悪く、時間を空けてランを実施しても必ずしも再現性良くB濃度と成長速度が得られるものではない。

【0006】

本発明の目的は、例えばモノシランと三塩化ホウ素とを使用し、減圧C V D法によってボロンドープシリコン膜を成膜するような場合、例えばボロンのようにドープされる元素の濃度と成長速度とのバッチ間均一性が良好な膜を作製することができる半導体装置の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するため、本発明の第1の特徴とするところは、反応炉内に基板を搬入するステップと、反応炉で基板に対して処理を行うステップと、反応炉より処理後の基板を搬出するステップと、基板搬出後、次に処理する基板を搬入する前に反応炉内に基板がない状態で反応炉に対する真空引きと不活性ガスの供給を複数回繰り返すバージステップと、を有し、バージステップは処理を行う度に毎回行う半導体装置の製造方法にある。

【0008】

本発明の第2の特徴とするところは、基板をポートに装填するステップと、基板を装填したポートを反応炉内にロードするステップと、反応炉内で基板に対して処理を行なうステップと、処理後の基板を支持したポートを反応炉よりアンロードするステップと、ポートアンロード後、処理後の製品基板をポートより取り出すステップと、基板を取り出し後、製品基板をポートに装填することなくポートを反応炉内にロードし、その状態で反応炉に対

する真空引きと不活性ガスの供給を少なくとも1回以上行うバージステップと、を有する半導体装置の製造方法にある。

#### 【0009】

上記2つの方法において、好ましくは、処理ステップではホウ素を含むガスを用いる。また、好ましくは、処理ステップでは、基板上にボロンドープシリコン膜を形成する。さらに好ましくは、処理ステップでは、処理用ガスとしてモノシラン( $\text{SiH}_4$ )、ドーピングガスとして三塩化ホウ素( $\text{BCl}_3$ )を用いる。

#### 【0010】

バージステップでは、反応炉内にロードするポートには何も載置しなくてもよいし、ポートにはダミーウエハを装填してバージを行ってもよい。

#### 【0011】

バージステップにおいては、FCP(First Cycle Purge)を用いるとよい。FCPとは、減圧CVD装置の反応炉内において、メインバルブをショートサイクルで開閉することによって急激な圧力変動を発生させて、反応炉内を強力にバージする方法である。このFCPを用いると、反応炉内、ポート、ダミーウエハ等に付着した例えはホウ素を除去し、成膜前の炉内状態を一様にすることができる、これにより成膜後のホウ素濃度や成長速度の変動を抑えることができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0012】

次に本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

本発明がなされる前の予備的考察として、バッチ間のボロン濃度変動の原因は次のように考えられる。即ち、成膜前のボロンの、反応炉やポート表面からの脱離量がバッチ間のアイドリング時間により異なってくるため、成膜時にドープされるボロン量が変化してボロン濃度が変動することが考えられる。

また、本実施形態のプロセスではボロンの触媒効果により膜成長が起こるため、ボロン濃度が変動することで成長速度が変動することが考えられる。成長前のボロンの、反応炉やポート表面からの脱離量をできるだけ一定にするには、成膜前にある一定量の三塩化ホウ素を炉内に流すことや、成膜前に炉内を酸化コーティングすることが考えられる。しかし前者は基板と膜との界面にボロンが偏析する懸念があり、後者は炉内ガスクリーニング時に酸化された壁面でクリーニングが阻害される懸念があり、いずれも好ましい方策とはいえない。以上のことから、FCPを成膜前に常時行うことにより反応炉やポート表面からのボロンの脱離を促進させ、成膜前のボロンの反応炉やポート表面からの脱離量を安定化させることができ、バッチ間のボロン濃度や成長速度の安定性を改善する上で重要であるといえる。

本発明の実施形態は、このような考察に基づいてなされたものである。

#### 【0013】

図1において、ホットウォール式のバッチ式縦型減圧CVD装置の構造概略図が示されている。この減圧CVD装置は、反応ガスとしてモノシラン( $\text{SiH}_4$ )と三塩化ホウ素( $\text{BCl}_3$ )とを使用して、反応炉内でポートに複数枚のウエハを垂直方向に積層支持した状態で、炉体下部よりガスを導入し垂直方向に上昇させ、そのガスを用いて、熱CVD法により、前記ウエハ上に、ボロンドープシリコン薄膜、すなわち、ボロンドープアモルファスシリコン薄膜またはボロンドープポリシリコン薄膜を形成するものである。

#### 【0014】

ホットウォール炉を構成し、基板としてのウエハ4を加熱する、4ゾーンに分かれたヒータ6a～6dの内側に、反応炉12の外筒である石英製の反応管すなわちアウターチューブ1およびアウターチューブ1内部のインナーチューブ2が、軸を垂直にして設置されており、この2種のチューブの間をメカニカルブースタポンプ7およびドライポンプ8を用いて真空引きしている。従って、インナーチューブ2内側に導入される反応ガスは、インナーチューブ2内を垂直に上昇し、2種のチューブの間を下降して排気される。複数枚のウエハ4が中心をそろえて垂直方向に積層して装填された石英製のポート3はインナー

チューブ2内に設置され、反応ガスにさらされた時に、気相中およびウエハ4表面での反応により、ウエハ4上に薄膜が形成される。断熱板5は、ウエハ4が存在する位置範囲内の温度を均一化するためのものである。また、図1中、10はポート回転軸であり、11はステンレス製の蓋である。

#### 【0015】

なお、ポート3には、ウエハ4を支持するスロットが合計172個設けられており、一番下のスロットから数えて10スロット目まではダミーのウエハ4が、11から167スロット目までは製品のウエハ4が、168から172スロット目まではダミーのウエハ4が支持される。また、図1中のトップ領域、センタ領域、ボトム領域とは、それぞれ、129から167スロット目までの製品のウエハ4の存在する領域、37から128スロット目までの製品のウエハ4の存在する領域、11から36スロット目までの製品のウエハ4の存在する領域のことを示している。また、4つに分かれたヒータゾーンのうち、一番下のL(Lower)ゾーン(ヒータ6dに対応)は1スロット目より下側の、ウエハが殆ど存在しない領域に対応しており、下から二番目のCL(Center Lower)ゾーン(ヒータ6cに対応)は2から56スロット目までのダミーのウエハ4と製品のウエハ4とが混在する領域に対応しており、下から三番目すなわち上から二番目のCU(Center Upper)ゾーン(ヒータ6bに対応)は57から172スロット目までの製品のウエハ4とダミーのウエハ4とが混在する領域に対応しており、下から四番目すなわち一番上のU(Upper)ゾーン(ヒータ6aに対応)はそれより上側のウエハの存在しない領域に対応している。また、三塩化ホウ素ガス(BCl<sub>3</sub>)を供給する例えは石英製のノズル13は、モノシリラン(SiH<sub>4</sub>)を供給するノズル14とともにヒータと対向する領域より下方であって反応管下方の炉口部15にそれぞれ設けられている。また、断熱板5はLゾーンに対応するヒータ6dよりも下側に設置される。

#### 【0016】

前述したメカニカルブースタポンプ7とドライポンプ8とは、一端がアウターチューブ1に接続された排気管16に設けられている。さらに、この排気管16にはメインバルブ9が設けられている。このメインバルブ9には、APC(automatic pressure control)バルブが用いられており、反応炉12内の圧力を所定値となるよう自動的に開度を調節するようになっている。

#### 【0017】

成膜手順を図2に示す。まずステップS10において、反応炉12内を成膜温度に安定化させた後、ステップS12においてウエハ4を装填したポート3を反応炉12内にロード(挿入)する。次にステップS14においてリアクター(反応炉12)内を排気し、次のステップS16において、ポート3やチューブ1、2に吸着した水分等を脱離するためにN<sub>2</sub>バージを行なう。次のステップS18においては、リアクター(反応炉12)内リーケチェックを行なった後、次のステップS20において、モノシリランと三塩化ホウ素の流量を設定し、反応炉12内にガスを流して圧力を安定化させ、次のステップS22において、ポロンドープシリコン膜、すなわち、ポロンドープアモルファスシリコン膜またはポロンドープポリシリコン膜の成膜を行なう。次のステップS24においては、成膜が終了したら配管内をN<sub>2</sub>でサイクルバージし、次のステップS26において、N<sub>2</sub>でリアクター内を大気圧まで戻す。大気圧に戻ったら次のステップS28においてポート3をアンロードし、次のステップS30においてウエハ4を自然冷却する。最後にステップS32においてウエハ4をポート3から取り出す。

#### 【0018】

FCP手順を図3に示す。図2に示した成膜が終了した後、ステップS34において、製品ウエハを装填していないポート3を再度反応炉12にロード(挿入)する。この場合、ダミーウエハはポート3から除いてもよいし、装填しておいてもよい。次にステップS36において、メカニカルブースタポンプ7とドライポンプ8とを駆動して真空引きを開始する。リアクター(反応炉12)内が所定値、例えは1.0Kpa程度になったら、次

のステップS38でメインバルブ9を一気に開けて排気する。次のステップS40においては、メインバルブ9を閉じ、次のステップS42で再度N<sub>2</sub>ガスをリアクター（反応炉12）に導入する。次のステップS44においては、ステップS38～S42のサイクルが所定値、例えは100回に達したか否かを判定し、所定値に達していない場合はステップS38に戻り、所定値に達した場合は次のステップS46に進む。ステップS46においては、反応炉12内が大気圧になるまで反応炉12内にN<sub>2</sub>を導入する。次のステップS48において、ポート3をアンロードし、次のステップS50において、ポート3にダミーウエハを装填していた場合は、ダミーウエハを冷却し、次のステップS52において、次のバッチを開始するものである。

なお、FCPの好ましい条件は次の通りである。

1サイクルあたりの時間：0.5～2min

1サイクルあたりの真空引き時間：0.25～1min

1サイクルあたりのN<sub>2</sub>供給時間：0.25～1min

トータル時間：20～100min

最小圧力（真空引きの際の到達圧力）：0.05～0.1Pa

最大圧力（N<sub>2</sub>供給時の到達圧力）：1000～1200Pa

サイクル数：10～200回

N<sub>2</sub>供給量：0.5～1slm

このように、FCPは通常のサイクルバージと比較して、単位時間あたりの圧力の変化量が極めて大きい（速い）ことが特徴である。

#### 【0019】

次に実施例と比較例について説明する。

実施例：

前述した減圧CVD装置を用い、反応ガスとしてモノシリコン（SiH<sub>4</sub>）と三塩化ホウ素（BCl<sub>3</sub>）とを使用して、ポロンドープシリコン薄膜を形成した。成膜処理を行った毎にFCPを実施した。

成膜処理においては、反応炉12内のトータル圧力が66.5Pa、SiH<sub>4</sub>流量が0.2slm、BCl<sub>3</sub>流量が0.002slm、炉内温度が380～400°Cで実施した。

FCPは、最大圧力（N<sub>2</sub>供給時の到達圧力）が1200Pa、最小圧力（真空引きの際の到達圧力）が0.1Pa、1サイクル当たりの時間が1min、圧力を最大圧力から最小圧力までに変動させる時間が5sec、サイクル数が100回、トータル時間が100min、N<sub>2</sub>供給量が1slmで実施した。

比較例：

成膜処理は実施例と同一であり、FCPは実施しなかった。

#### 【0020】

図4において、連続3ランでのボロン（B）濃度をセンタ領域のスロット（#89）に載置した製品ウェハについて測定した結果が示されている。FCPを実施することにより、B濃度の変動は2%未満に収まっていることが確認できた。

#### 【0021】

図5において、実施例と比較例とのB濃度のバッチ間アイドル時間依存性が示されている。比較例では、B濃度は2～6時間のアイドリングで急激に減少し、24時間アイドリング後のB濃度も含めてそのばらつきは約±4%である。それに対し、実施例では、24時間アイドリング後でもB濃度変動は2%未満に収まっている。図4及び図5の結果から、FCPを実施することによりB濃度のバッチ間均一性を向上させることができることが分かる。

#### 【0022】

図6において、連続3ランでの成長速度の変化をトップ領域のスロット（#167）とボトム領域のスロット（#11）に載置した製品ウェハについて測定した結果が示されている。FCPを実施することにより、成長速度の変動は2%未満に収まっていることが確

認できた。

### 【0023】

図7において、実施例と比較例との成長速度のバッチ間アイドル時間依存性が示されている。比較例では、成長速度がバッチ間アイドル時間により大きくばらついているのに対し、実施例では、24時間アイドリング後でも成長速度の変動はほとんど無い。図6及び図7の結果から、FCPを実施することにより成長速度のバッチ間均一性を向上させることができることが分かる。

### 【0024】

以上述べたように、FCPは、石英製のポートやダミーウエハに付着したBC13やC1成分を脱離させやすい。この理由は、FCPは反応炉内にN<sub>2</sub>を高圧までためて一気に引くため、単位時間当たりの圧力変化が大きく、バージガス量も多くなるためである。

### 【0025】

なお、上記実施形態及び実施例においては、減圧CVD装置に適用したものを見たが、本発明はこれに限定されるものではなく、ボロンドープ拡散装置を含め、ボロンを含むガスを用いる装置全般に適用できるし、ボロン以外についても適用することができるものである。

### 【0026】

以上のように、本発明は、特許請求の範囲に記載した事項を特徴とするが、さらに次のような実施形態が含まれる。

(1) 基板を処理する反応炉と、反応炉内に処理ガスを供給する供給手段と、反応炉内に基板を搬入搬出する搬入搬出手段と、この搬入搬出手段により基板を反応炉から搬出した後、次に処理する基板を搬入する前に、反応炉内に基板が無い状態で反応炉に対する真空引きと不活性ガスの供給を繰り返すよう制御する制御手段と、を有することを特徴とする基板処理装置。

(2) 基板を装填するためのポートと、基板を処理する反応炉と、反応炉内に処理ガスを供給する供給手段と、反応炉内にポートを搬入搬出する搬入搬出手段と、この搬入搬出手段により基板と共にポートを反応炉から搬出した後、次に処理する基板を搬入する前に反応炉内に基板を装填していない空のポートを挿入した状態で反応炉に対する真空引きと不活性ガスの供給を少なくとも1回以上行うよう制御する制御手段と、を有することを特徴とする基板処理装置。

### 【図面の簡単な説明】

### 【0027】

【図1】本発明の実施形態に係る基板処理装置を示す概略図である。

【図2】本発明の実施形態に係る半導体装置の製造方法における成膜手順を示すフローチャートである。

【図3】本発明の実施形態に係る半導体装置の製造方法におけるFCP手順を示すフローチャートである。

【図4】本発明に係る実施例において連続3ランでのB濃度の変化を示す図である。

【図5】本発明に係る実施例と比較例とにおいてB濃度のバッチ間アイドリング時間依存性を示す図である。

【図6】本発明に係る実施例において連続3ランでの成長速度の変化を示す図である。

【図7】本発明に係る実施例と比較例とにおいて成長速度のバッチ間アイドリング時間依存性を示す図である。

### 【符号の説明】

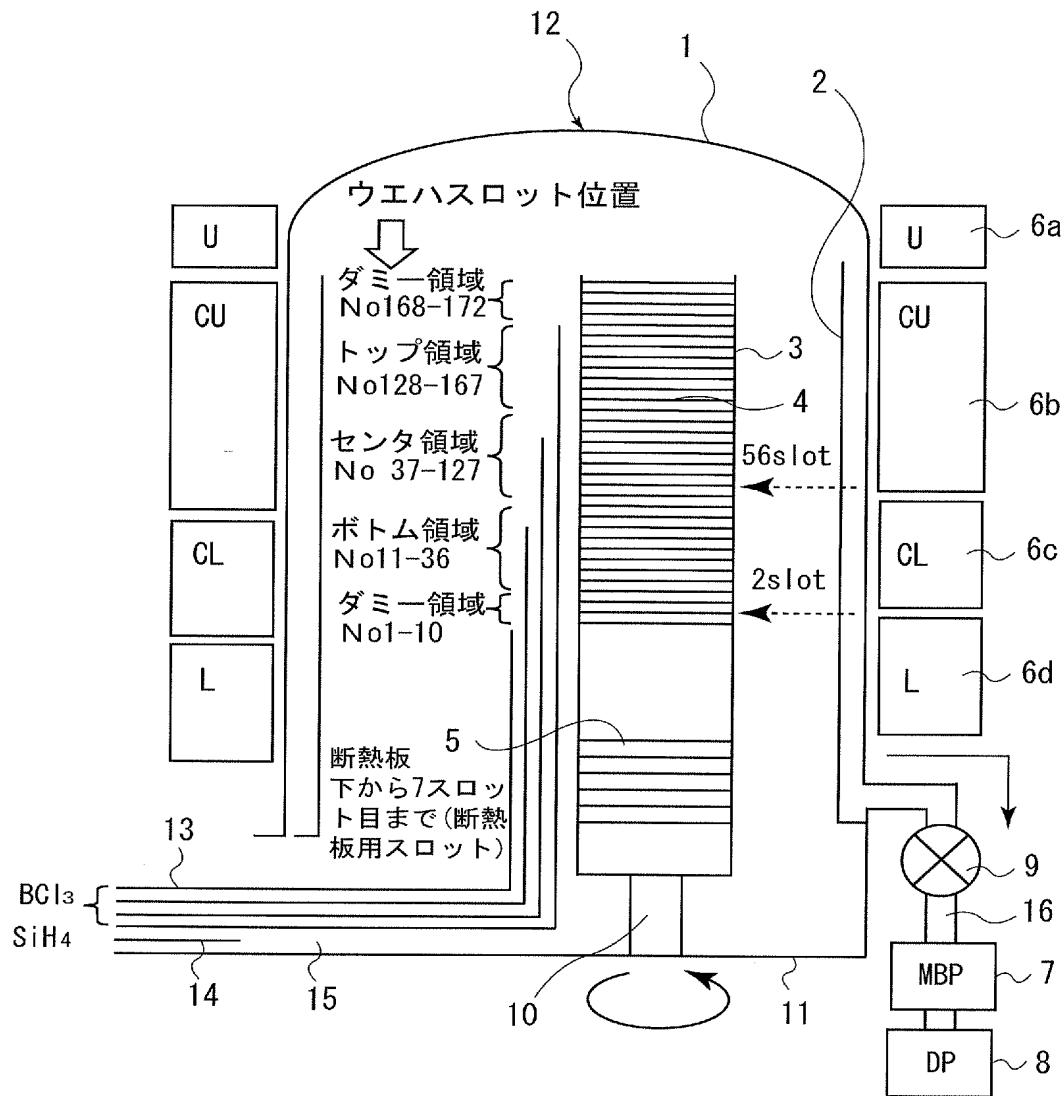
### 【0028】

- 1 アウターチューブ
- 2 インナーチューブ
- 3 ポート
- 4 ウエハ

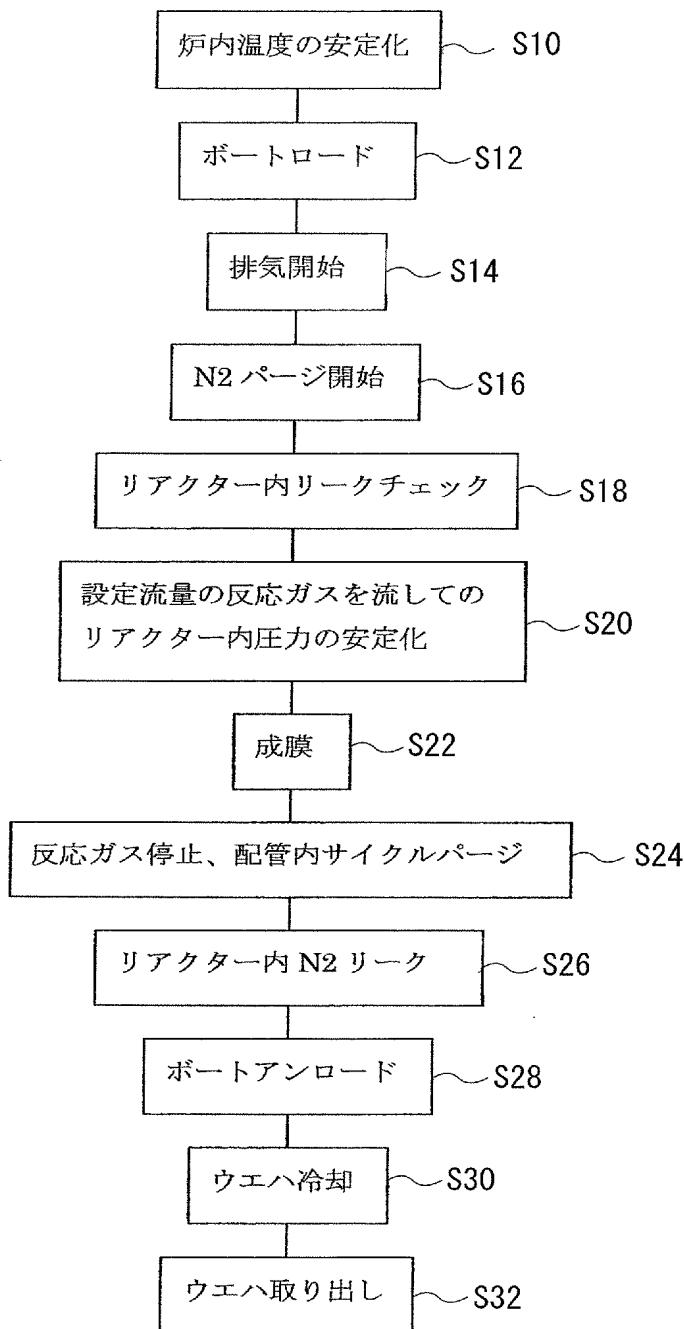
6 a ~ 6 d ヒータ  
9 メインバルブ

【書類名】図面

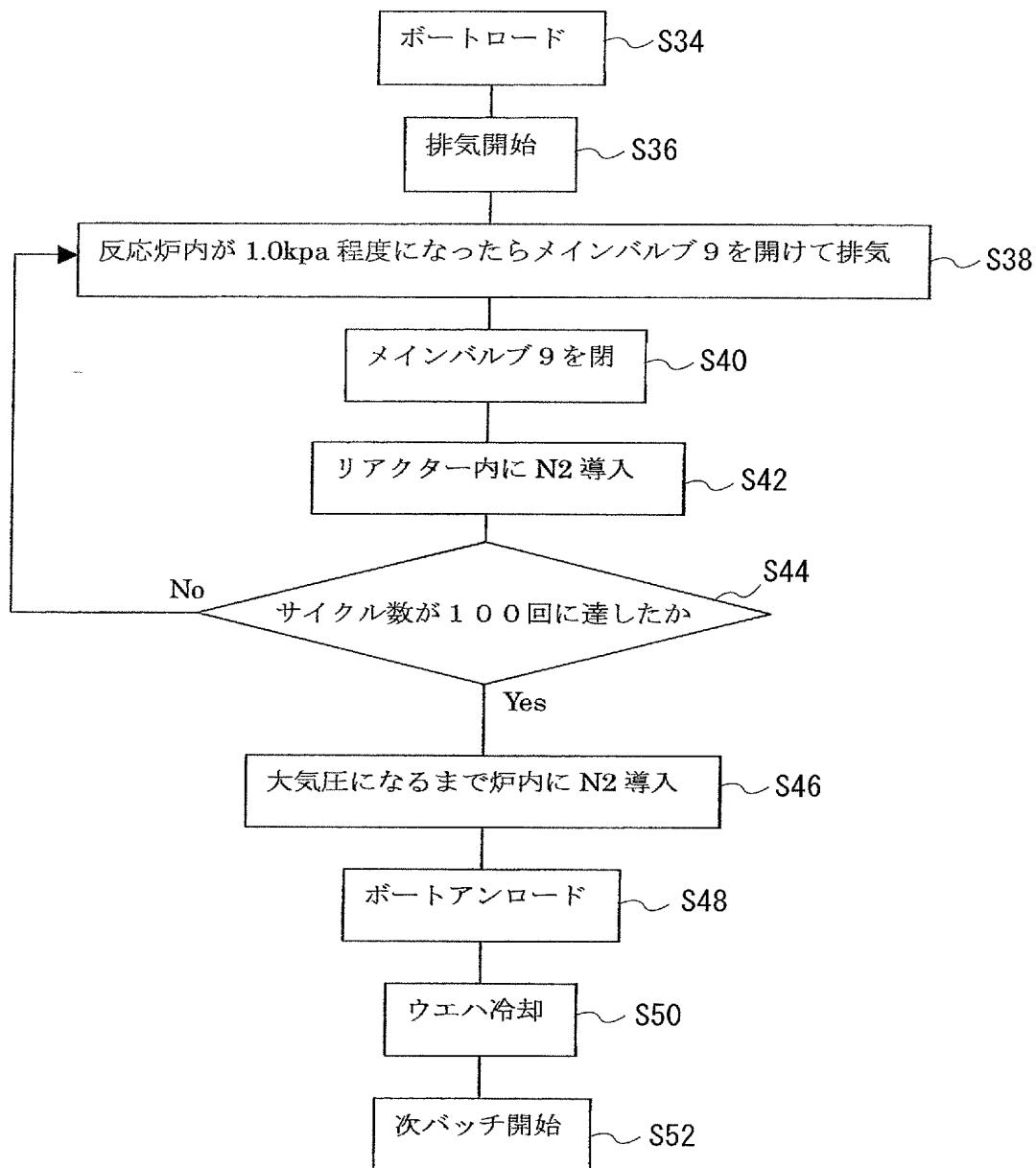
【図 1】



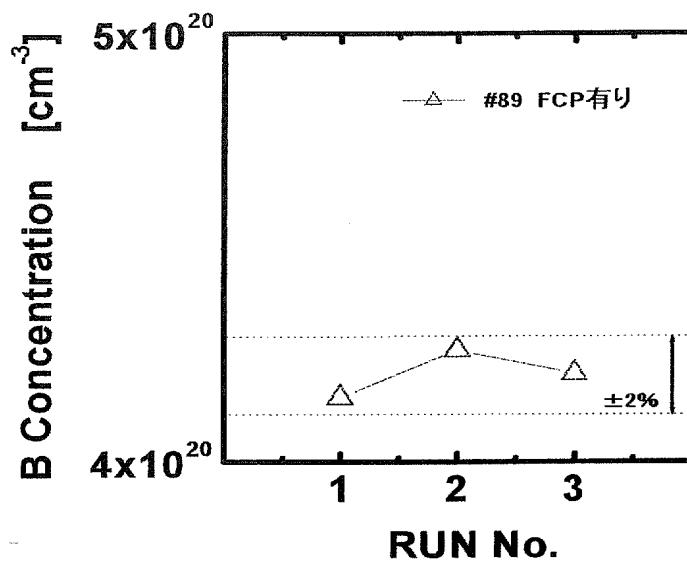
【図 2】



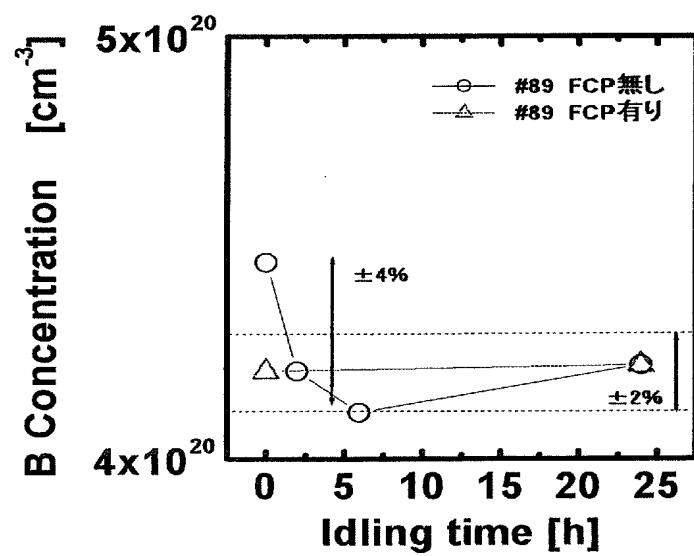
【図 3】



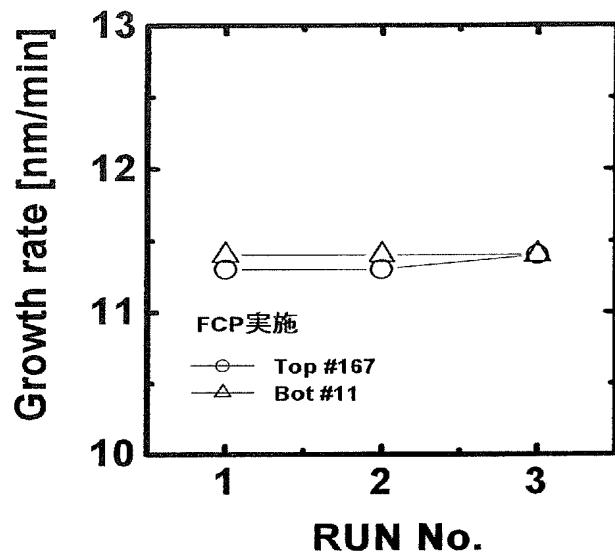
【図 4】



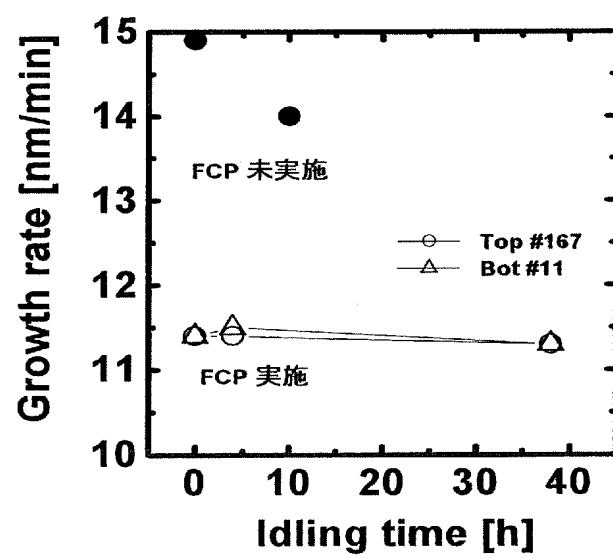
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 例えはモノシリコンと三塩化ホウ素とを使用し、減圧CVD法によってボロンドープシリコン膜を成膜するような場合、例えはボロンのようにドープされる元素の濃度と成長速度とのバッチ間均一性が良好な膜を作製することができる半導体装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 反応炉内に基板を搬入し、反応炉で基板に対して処理を行い、反応炉より処理後に基板を搬出する半導体装置の製造方法において、基板搬出後、次に処理する基板を搬入する前に反応炉内に基板が無い状態で反応炉に対する真空引きと不活性ガスの供給を複数回繰り返すバージステップを設ける。このバージステップとして、真空引きと不活性ガスとを短いサイクルで繰り返すFCPが用いられる。

【選択図】

図3

出願人履歴

0 0 0 0 0 1 1 2 2

20010111

名称変更

3 0 0 0 7 5 9 0 2

東京都中野区東中野三丁目14番20号

株式会社日立国際電気